

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 2 7 9 8 7

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 1 月 29 日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 P 7/36

識別記号

3 0 2

F I

H 0 2 P 7/36 3 0 2 F

審査請求

有

請求項の数 2

F D

(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平 9-187241

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 6 月 30 日

(71) 出願人 390008235

ファナック株式会社

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地

(72) 発明者 中村 厚生

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地  
ファナック株式会社内

(72) 発明者 梶谷 道

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番地  
ファナック株式会社内

(74) 代理人 弁理士 竹本 松司 (外 4 名)

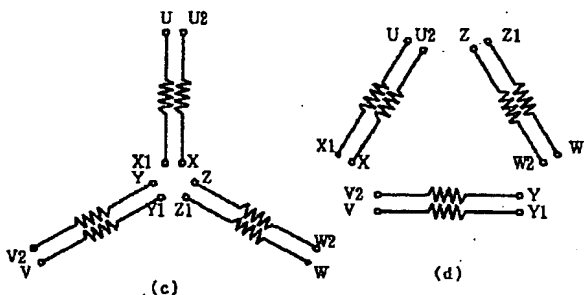
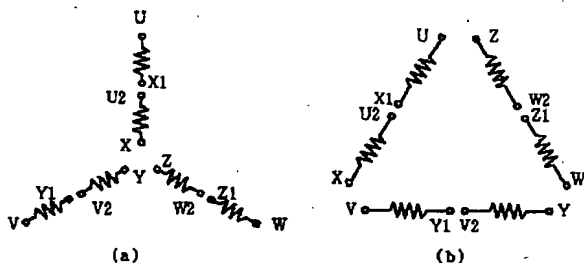
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘導電動機

(57) 【要約】

【課題】 誘起電圧の発生もなく、広範囲の高出力特性が得られる誘導電動機を提供する。

【解決手段】 各相の巻線を同一巻線数の複数の部分巻線 (図 2 では 2 つの部分巻線) で構成する。低速高トルクを必要とするときには、図 2 (a) に示すように各相の部分巻線を直列に接続し Y 結線とする。中低速の場合には、図 2 (b) に示すように各相の部分巻線を直列に接続し Δ 結線とする。中高速の場合には、図 2 (c) に示すように各相の部分巻線を並列に接続し Y 結線とする。高速の場合には図 2 (d) に示すように各相の部分巻線を並列に接続して Δ 結線とする。各相の巻線をすべて使用し、低速から高速まで順次巻線回数が小さくなるから、未使用の巻線がなく誘起電圧が発生せず、巻線形態の切換時に出力の落ち込みをカバーし、広範囲の高出力特性を得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一巻回数の部分巻線を 3 相各相毎 2 以上備え、各相の部分巻線を直列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を直列に接続した  $\Delta$  結線か、各相の部分巻線を並列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を並列に接続した  $\Delta$  結線かの内で 3 種類の結線のいずれかに選択的に切換える切換え回路を備えた誘導電動機。

【請求項 2】 同一巻回数の部分巻線を 3 相各相毎 2 以上備え、各相の部分巻線を直列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を直列に接続した  $\Delta$  結線か、各相の部分巻線を並列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を並列に接続した  $\Delta$  結線かのいずれかに切換える切換え回路を備えた誘導電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、3 相交流電源によって駆動される誘導電動機に関し、特に工作機械の主軸を駆動するスピンドルモータに適した誘導電動機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電動機の巻線形態を変えることによって電動機の特性を変える方法が従来から公知である。図 6 は、電動機の巻線を Y 結線か  $\Delta$  結線かに変えることによって電動機の特性を変える方法であり、各相巻線の回数が多いほど低速高トルクを発生できるから、低速高トルクを必要とするときには、図 6 (a) のように Y 結線（端子 X, Y, Z を接続し、端子 U, V, W に 3 相の各々の動力線を接続）にする（以下低速巻線という）。高速回転を必要とするときには図 6 (b) に示すように  $\Delta$  結線（端子 U と Z、端子 V と X、端子 W と Y を接続し各端子接続点に動力線を接続）にする（以下高速巻線という）。

【0003】 また、図 7 に示すように、電動機の巻線を Y 結線にして、各相の巻線の中間に端子 U2, V2, W2 を取りだし、低速回転時には図 7 (a) に示すように（図 7 においては使用巻線を太線で示す）各相の全巻線を使用するように端子 U1, V1, W1 に各相の動力線を接続し（以下低速巻線という）、高速回転時には中間端子 U2, V2, W2 に各相の動力線を接続する（以下高速巻線という）方法も公知である。

【0004】 さらに、図 8 に示すように、各相の巻線の中間に中間端子 X2, Y2, Z2 を設け、低速回転ときには図 8 (a) に示すように、各相巻線の一方の端子 X, Y, Z を接続し他方の端子 U, V, W を 3 相の各動力線に夫々接続して各相の巻線をすべて使用する（図 8 においても使用巻線を太線で示す） Y 結線とする（以下低速巻線という）。また高速回転時には図 8 (b) に示すように、端子 U と中間端子 Z2 を接続し、端子 V と中間端子 X2 を接続し、端子 W と中間端子 Y2 を接続し、端子 U, V, W に夫々 3 相の対応する動力線を接続し各

相の巻線を一部しか使用しない  $\Delta$  結線とする（以下高速巻線という）。

【0005】 以上のようにして、各相の巻線回数を変えることによって、電動機の特性を変えるが、図 9 に示す巻線比と出力カーブの関係に示すように、この切換えにより、巻線形態の間で巻線比が大きいほど低速で高トルクが出せ、高速で高出力が出せることになる。なお、図 9 において、M は巻線比 1 : M の関係を示す値である。

【0006】 図 6 に示す切換え方法では、 $\Delta$  結線、Y 結線の巻線比が  $1 : \sqrt{3}$  であることから ( $M = \sqrt{3}$ )、これ以外の巻線比をとることができない。また、図 7、図 8 に示す切換え方法では、高速巻線での使用巻線回数を選択することによって（中間端子の取りだし位置によって高速巻線における使用巻線回数を決める）、巻線比を任意に決めることができる。しかし、高速巻線において使用巻線（太線）に電圧をかけると未使用巻線に誘起電圧が生じる。この時の入力電圧と誘起電圧の和が絶縁限界電圧を越えては、巻線間に絶縁不良が生じるため、この絶縁限界をこえない範囲で最大の巻線比及び入力電圧が存在することになり、自ずから最大巻線比が決まる。さらに、巻線比を大きく取ることができても、低速巻線から高速巻線に切換える際、図 9 に示すように、出力特性に落ち込みが生じ広範囲の高出力特性が得られない。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 マシニングセンタなどの工作機械においては、低速重切削が可能で、かつ、切削加工効率の向上のために、主軸回転数の増加が望まれる。そのため、主軸を駆動するスピンドルモータの低速高トルク出力化、高速化、高出力化求められ、これに対して巻線切換えで対応する場合、大きな巻線比がとれ、かつ、誘起電圧の影響を除去する必要がある。さらに、大きな巻線比がとれたとしても、低速巻線から高速巻線への切換え時に出力特性の落ち込みが少なく出力トルク不足が生じないようなスムーズな切換えが望まれる。そこで、本発明の目的は、誘起電圧の発生もなく、広範囲の高出力特性が得られる誘導電動機を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の誘導電動機は、同一巻回数の部分巻線を 3 相各相毎 2 以上備え、各相の部分巻線を直列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を直列に接続した  $\Delta$  結線か、各相の部分巻線を並列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を並列に接続した  $\Delta$  結線かの内の 3 種類の結線のいずれかに若しくは 4 種類の内のいずれかに選択的に切換える切換え回路を備え、低速でも高トルクが出せ高速で高出力を得る広範囲の高出力特性を得ることができるようにした。

## 【0009】

【発明の実施の形態】 図 1 は、本発明の誘導電動機の巻線形態を説明する説明図である。本発明においては、交

流 3 相の各相毎の巻線を同一巻回数で構成される  $n$  つ ( $n$  は 2 以上) の部分巻線で構成しており、高速高出力を必要とするときには図 1 (a) に示すように各相の部分巻線をすべて直列に接続し、Y 結線とする (以下高速巻線という)。また、低速高トルクを必要とするときには、図 1 (b) に示すように各相の部分巻線をすべて並列に接続し、 $\Delta$  結線とする (以下低速巻線という)。

【0010】なお、図 1 において、U、V、W の各相の巻線の第 1 の部分巻線の一方の端子を U、V、W とし、他方の端子を  $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$  とし、第 2 番目の部分巻線の一方の端子を  $U_2$ 、 $V_2$ 、 $W_2$ 、他方の端子を  $X_2$ 、 $Y_2$ 、 $Z_2$ 、第  $(n-1)$  番目の部分巻線の一方の端子を  $U_{n-1}$ 、 $V_{n-1}$ 、 $W_{n-1}$ 、他方の端子を  $X_{n-1}$ 、 $Y_{n-1}$ 、 $Z_{n-1}$ 、第  $n$  番目の部分巻線の一方の端子を U、V、W、他方の端子を X、Y、Z としている。

【0011】さらに、本願発明においては、この低速巻線と高速巻線の間にさらに中間の巻線形態を得るようにしている。本実施形態では、低速巻線を図 1 (a) に示すように、各相の部分巻線を直列に接続し Y 結線とする。さらに中低速巻線として、各相の部分巻線を直列に接続し  $\Delta$  結線とする。また、中高速巻線として各相の部分巻線を並列に接続し  $\Delta$  結線とする。そして高速巻線として、各相の部分巻線を並列に接続し Y 結線とする。

【0012】この点を各相巻線が 2 つの部分巻線で構成されているときの例で説明すると図 2 (a) ~ (d) のようになる。図 2 (a) は、各相 2 つの部分巻線を直列に接続し、直列巻線の一方の端子 X、Y、Z を接続し中性点とし、他方の端子 U、V、W を動力線に接続することによって Y 結線の低速巻線とする例である。また、図 2 (b) に示すように、各相の部分巻線を直列に接続し各相の直列巻線の端子を相互に接続し  $\Delta$  結線として中低速巻線とする。図 2 (b) で示す例では、端子 U と Z、端子 X と V、端子 Y と W を接続しこの接続点を動力線に接続し  $\Delta$  結線としている。

【0013】図 2 (c) は、各相の部分巻線を並列に接続し、並列接続された一方の端子をすべて接続し中性点として各相の部分巻線が並列に接続された Y 結線とし、他方の並列接続端子を動力線に接続することによって中高速巻線とする例である (端子 U と  $U_2$ 、端子 V と  $V_2$ 、端子 W と  $W_2$  を接続し、他方の端子 X、 $X_1$ 、Y、

\* 40

	MCC 1	MCC 2	MCC 3	MCC 4	MCC 5
低速巻線	OFF	ON	OFF	ON	OFF
中低速巻線	OFF	ON	OFF	OFF	ON
中高速巻線	ON	OFF	ON	ON	OFF
高速巻線	ON	OFF	ON	OFF	ON

低速高トルクを必要とする場合には、低速巻線が選択され電磁接触機 MCC 2 と MCC 4 を ON に、他の電磁接触機は OFF に切換える。その結果、電磁接触機 MCC 2 の ON によって、電動機 3 の部分巻線の端子  $X_1$  と  $U_2$ 、 $Y_1$  と  $V_2$ 、 $Z_1$  と  $W_2$  が接続され、図 2 (a) に

\*  $Y_1$ 、Z、 $Z_1$  をすべて接続し中性点とする)。

【0014】図 2 (d) は、高速巻線の例で、各相部分巻線を並列に接続し、並列接続された端子を他の相の並列接続された端子に接続することによって、各相の部分巻線が並列に接続された  $\Delta$  結線とし、各相の端子の接続点に動力線を接続することによって高速巻線としている (図 2 (d) の例では、端子 U、 $U_2$ 、Z、 $Z_1$  を接続し、端子 V、 $V_2$ 、X、 $X_1$  を接続し、端子 W、 $W_2$ 、Y、 $Y_1$  を接続している)。

【0015】上述した巻線形態において、各相の部分巻線の巻線回数が同一としているから、図 2 (d) の高速巻線の巻線回数を 1 とすると巻線比は次のようになる。高速巻線 : 中高速巻線 : 中低速巻線 : 低速巻線 = 1 :  $\sqrt{3}$  : 2 :  $2\sqrt{3}$

また、各相部分巻線の数を  $n$  とすると、

高速巻線 : 中高速巻線 : 中低速巻線 : 低速巻線 = 1 :  $\sqrt{3}$  :  $n$  :  $n\sqrt{3}$

となる。

【0016】図 5 は、この巻線切替による出力特性をグラフに表したものであり、低速巻線から高速巻線へ順次切換えることにより出力の落ち込みをカバーし、広範囲の高出力特性が得られることを示している。

【0017】図 3 は、図 2 に示した各相の部分巻線が 2 つとしたときの巻線形態切替の回路図である。電動機を駆動するアンプ 1 からの 3 相の各動力線をリアクトル 2 を介して、電動機 3 の U、V、W の端子に夫々接続し、電磁接触機 MCC 1 を端子 U、V、W と端子  $U_2$ 、 $V_2$ 、 $W_2$  間に夫々対応する端子が接続されるように接続し、電磁接触機 MCC 2 を端子  $U_2$ 、 $V_2$ 、 $W_2$  と端子  $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$  間に夫々対応する端子が接続されるように接続し、電磁接触機 MCC 3 を端子  $X_1$ 、 $Y_1$ 、 $Z_1$  と端子 X、Y、Z 間に夫々対応する端子が接続されるように接続し、端子 X、Y、Z がすべて接続されるように電磁接触機 MCC 4 を接続し、電磁接触機 MCC 5 を端子 X、Y、Z と端子 U、V、W 間に夫々対応する端子が接続されるように接続されている。

【0018】そして、電磁接触機 MCC 1 ~ MCC 5 の ON、OFF を次のように切換えて、低速巻線から高速巻線を選択する。

示すように各相の部分巻線が直列に接続される。また電磁接触機 MCC 4 の ON によって端子 X、Y、Z が接続され、図 2 (a) に示す各相の部分巻線が直列に接続された Y 結線の巻線形態が形成され低速巻線形態が得られる。

【0019】中低速巻線を選択する場合には、電磁接触機MCC2とMCC5をONに、他の電磁接触機はOFFに切換える。電磁接触機MCC2のONによって前述したように、各相の部分巻線は直列に接続される。また、電磁接触機MCC5のONによって、端子UとZ、VとX、WとYが接続される。その結果、図2(b)に示す各相の部分巻線が直列に接続されたΔ結線の中低速巻線の形態が形成される。

【0020】中高速巻線が選択する場合には、電磁接触機MCC1、MCC3及びMCC4をONに、他の電磁接触機はOFFに切換える。電磁接触機MCC1のONにより電動機の部分巻線の端子UとU2、VとV2、WとW2が接続され、電磁接触機MCC3のONにより部分巻線の端子X1とX、Y1とY、Z1とZが接続され、図2(c)に示すように各相の部分巻線が並列に接続される。また、電磁接触機MCC4のONによって端子X、Y、Zが接続され、図2(c)に示すように各相の部分巻線が並列に接続されたY結線の中高速巻線の形態が形成される。

【0021】高速巻線が選択する場合には、電磁接触機MCC1、MCC3及びMCC5をONに、他の電磁接触機はOFFに切換える。電磁接触機MCC1とMCC3のONにより前述したように、各相の部分巻線が並列に接続される。そして、電磁接触機MCC5のONにより端子UとZ、VとX、WとYが接続され、図2(d)に示すように各相の部分巻線が並列に接続されたΔ結線の高速巻線の形態が形成される。

【0022】上記図3に示した実施形態では、リアクトル2をアンプの出力に接続し低速巻線から高速巻線まで、どの巻線形態でもリアクトル2を作用させたが、低速回転時には、リアクトルは必ずしも必要がなく高速時のみ必要である。そこで、中高速巻線、高速巻線の形態のときのみリアクトルを挿入するものとした例を図4に示す。この図4で2a、2bはリアクトルを示すもので、中高速巻線、高速巻線のときこの2a、2bを挿入すればよいものである。ただし、2a、2bは同じインダクタンスでなければならない。すなわち、中高速巻線、高速巻線を選択したときには電磁接触機MCC1及びMCC3がONとなり、低速巻線、中低速巻線を選択した時にはOFFである。そのため、電磁接触機MCC1と電磁接触機MCC3の両方に同じインダクタンスのリアクトルを接続すればよいものである。

【0023】なお、上記実施形態では、低速巻線、中低速巻線、中高速巻線、高速巻線と低速から高速まで4段階の巻線形態を得るようにしたが、4段階の切替を必要としなければ、4つの巻線形態の内1つを省略し3つの巻線形態の1つを選択するようにしてもよいことはもちろんである。

【0024】以上の通り、本実施形態では巻線回数が同一の部分巻線を各相毎同一数設け、各相の部分巻線を直

列か並列かに接続して各相巻線とすると共に、Δ結線かY結線かに結線することによって巻線比の異なる巻線形態を得るようにする。しかも、どの巻線形態でも、すべての部分巻線を使用することから、従来のものと比較し、小さな抵抗の巻線が作られ、高出力でエネルギーロスの少ない、低発熱の誘導電動機を得ることができる。また、すべての部分巻線を使用することによって大きな巻線比の巻線形態を得ることができ、低速で高トルクが出せ、高速で高出力が得られる。そして、未使用巻線がないから誘起電圧は生ぜず信頼性が向上する。さらに、巻線形態を3段階もしくは4段階に切換えることができることによって、切換時の出力の落ち込みを少なく若しくはなくすることができ、広範囲の高出力特性を得ることができる。そのため、この誘導電動機を工作機械の主軸を駆動するスピントルモータとして使用すれば、重切削が可能となると共に高速切削もでき切削加工効率の向上が図られる。

#### 【0025】

【発明の効果】本発明は、従来の電動機と比較し高压下で高い信頼性を持ち、高速、高出力、高トルク、低発熱の誘導電動機を得ることができ、しかも、巻線形態の切替を3段、4段とすることによって切換時の出力の落ち込みを少なく若しくはなくし、広範囲の高出力特性を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の誘導電動機の巻線形態を説明する説明図である。

【図2】本発明の一実施形態における各巻線形態の説明図である。

【図3】同実施形態における巻線形態切替の回路図である。

【図4】巻線形態切替の別の実施形態の回路図である。

【図5】本発明の巻線切替による出力特性のグラフである。

【図6】従来の巻線形態切替の一例の説明図である。

【図7】従来の巻線形態切替の他の例の説明図である。

【図8】従来の巻線形態切替のさらに他の例の説明図である。

【図9】従来の巻線切替による出力特性のグラフである。

#### 【符号の説明】

U、U2～Un、X1～Xn-1、X U相の部分巻線の端子

V、V2～Vn、Y1～Yn-1、Y V相の部分巻線の端子

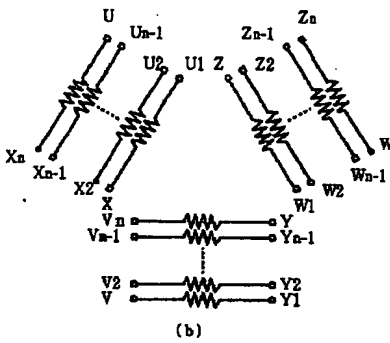
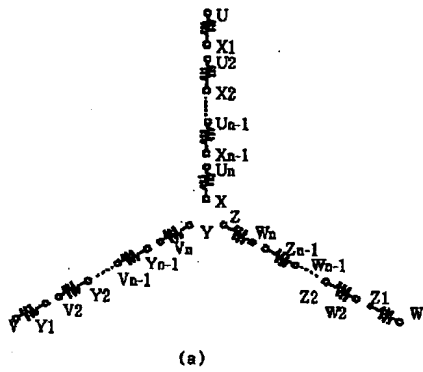
W、W2～Wn、Z1～Zn-1、Z W相の部分巻線の端子

1 アンプ

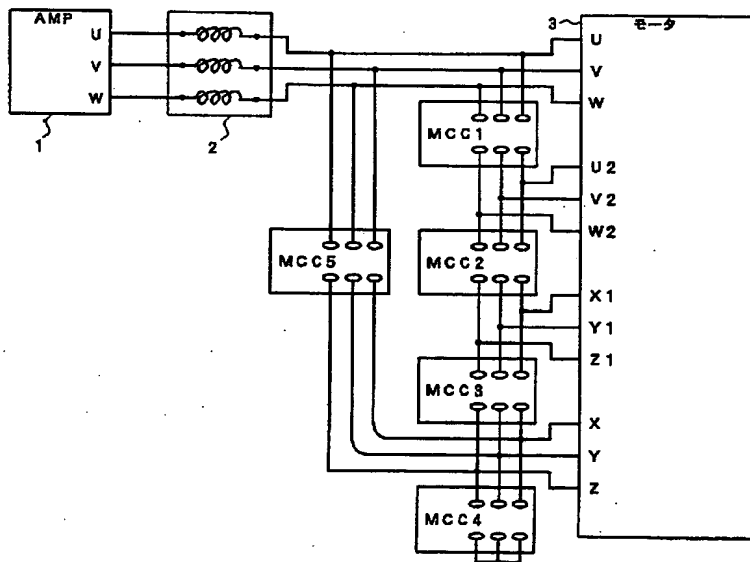
2、2a～2d リアクトル

3 誘導電動機

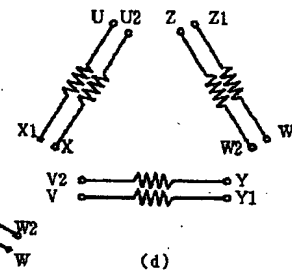
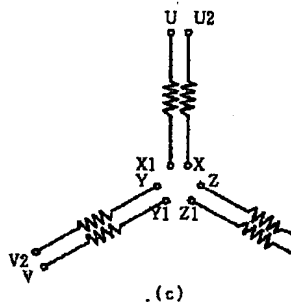
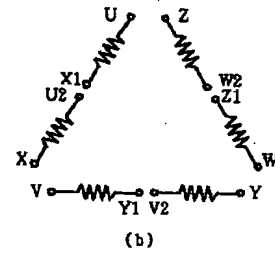
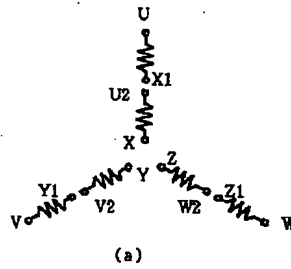
【図 1】



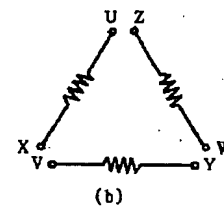
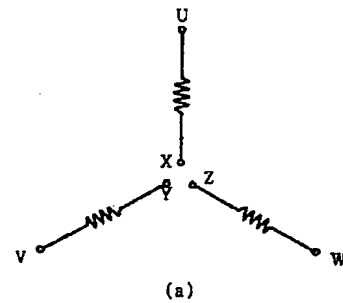
【図 3】



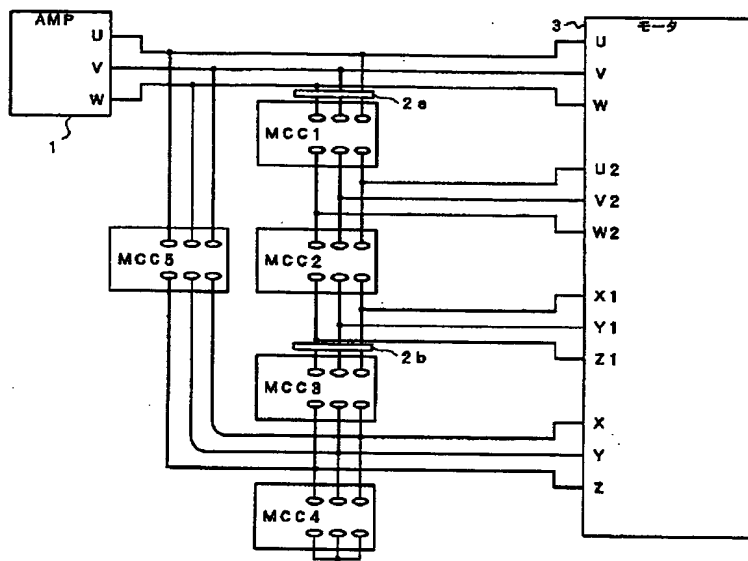
【図 2】



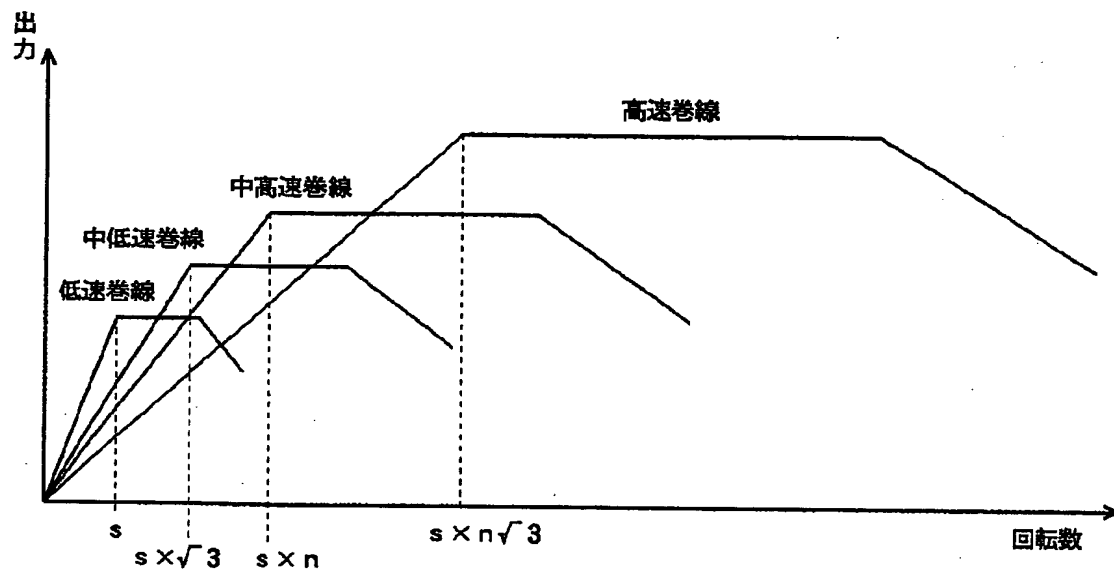
【図 6】



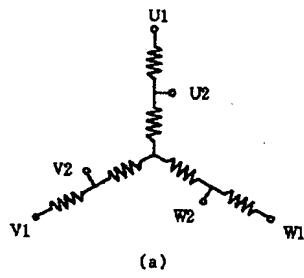
【図4】



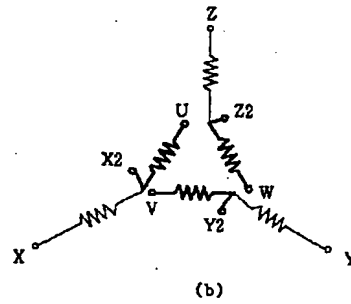
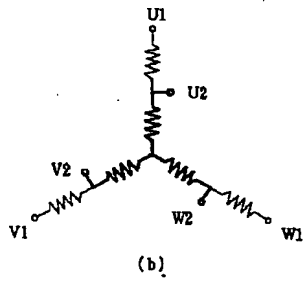
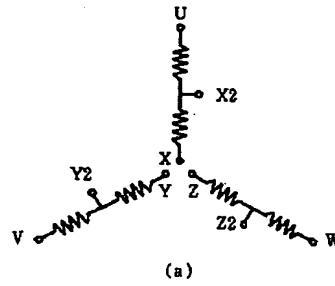
【図5】



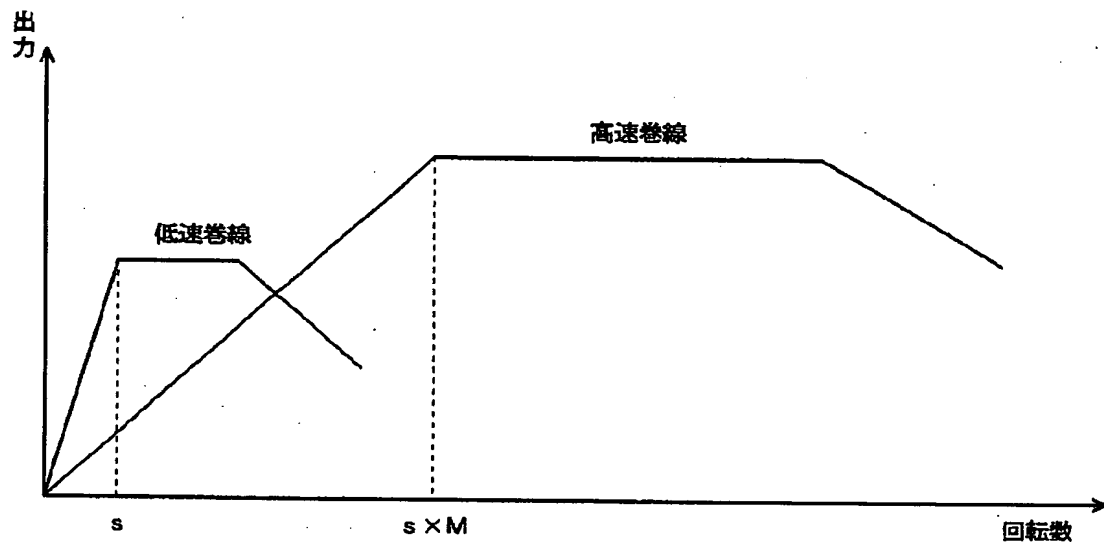
【図7】



【図8】



【図9】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 10 年 7 月 16 日

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

## 【補正内容】

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一巻回数の部分巻線を 3 相各相毎 2 以上備え、各相の部分巻線を直列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を直列に接続した Δ 結線か、各相の部分巻線を並列に接続した Y 結線か、各相の部分巻線を並列に接続した Δ 結線かのいずれかに切換える切換え回路を備えた誘導電動機。

## 【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0009】

【発明の実施の形態】図 1 は、本発明の誘導電動機の巻線形態を説明する説明図である。本発明においては、交

流 3 相の各相毎の巻線を同一巻回数で構成される  $n$  個 ( $n$  は 2 以上) の部分巻線で構成しており、低速高トルクを必要とするときには図 1 (a) に示すように各相の部分巻線をすべて直列に接続し、Y 結線とする (以下 低速巻線 という)。また、高速高出力を必要とするときには、図 1 (b) に示すように各相の部分巻線をすべて並列に接続し、Δ 結線とする (以下 高速巻線 という)。

## 【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0011】さらに、本願発明においては、この低速巻線と高速巻線の間にさらに中間の巻線形態を得るようにしている。本実施形態では、低速巻線を図 1 (a) に示すように、各相の部分巻線を直列に接続し Y 結線とする。さらに中低速巻線として、各相の部分巻線を直列に接続し Δ 結線とする。また、中高速巻線として各相の部分巻線を並列に接続し Y 結線とする。そして高速巻線として、各相の部分巻線を並列に接続し Δ 結線とする。

---

フロントページの続き

(72) 発明者 前田 尚志

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番  
地 ファナック株式会社内

(72) 発明者 市川 森平

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3580 番  
地 ファナック株式会社内